

## EXHAUST GAS HEAT EXCHANGER

Publication number: JP2001330394

Publication date: 2001-11-30

Inventor: MAEDA AKIHIRO; NAGASHIMA HISAO; OKOCHI SHIGEKI

Applicant: DENSO CORP

Classification:

- International: F01N5/02; F02M25/07; F28D9/00; F28F19/02; F28F21/08; F01P3/20; F01N5/00; F02M25/07; F28D9/00; F28F19/00; F28F21/00; F01P3/20; (IPC1-7): F28F19/02; F01N5/02; F02M25/07; F28F21/08

- European: F02M25/07B4L; F28D9/00F4; F28F19/02

Application number: JP20000149775 20000522

Priority number(s): JP20000149775 20000522

Also published as:



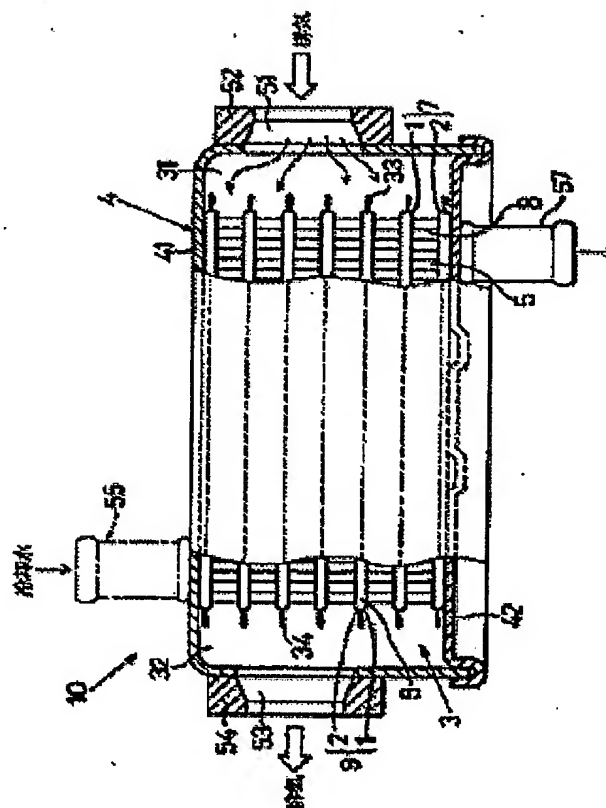
FR2809170 (A)

DE10124383 (A)

Report a data error h

## Abstract of JP2001330394

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an exhaust gas recirculation system for an internal combustion engine which is equipped with an exhaust gas heat exchanger 10 constituted by stacking a plurality of exhaust gas passage pipes 7 each having a heat transfer surface coated with a coating material of which the temperature of heat resistance is high and which is effective for preventing sticking of soot. **SOLUTION:** A transparent thin film such as a silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) glass film of which the temperature of heat resistance is so high as 500 deg.C or above and which is effective for preventing sticking of soot of unburned fuel, carbon and the like is provided on the respective heat transfer surfaces of the exhaust gas passage pipes 7 in a plurality, and the inner surface of a core casing 4 of the exhaust gas heat exchanger 10 which is connected to the middle of an exhaust gas return pipe of the exhaust gas recirculation system for a diesel engine. Consequently, the soot is hardly deposited on the heat transfer surfaces of the exhaust passage pipes 7 and the inner surface of the core casing 4. According to this constitution, the cross-sectional area of an exhaust gas passage 5 is not narrowed and an increase in the gas-side draft resistance of the exhaust gas recirculation system can be suppressed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

D2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-330394

(P2001-330394A)

(43)公開日 平成13年11月30日(2001.11.30)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル(参考)
F 2 8 F 19/02	5 0 1	F 2 8 F 19/02	5 0 1 A 3 G 0 6 2
F 0 1 N 5/02		F 0 1 N 5/02	B
F 0 2 M 25/07	5 8 0	F 0 2 M 25/07	5 8 0 E
F 2 8 F 21/08		F 2 8 F 21/08	F

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-149775(P2000-149775)

(22)出願日 平成12年5月22日(2000.5.22)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 前田 明宏

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会

社デンソー内

(72)発明者 永島 久夫

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会

社デンソー内

(74)代理人 100080045

弁理士 石黒 健二

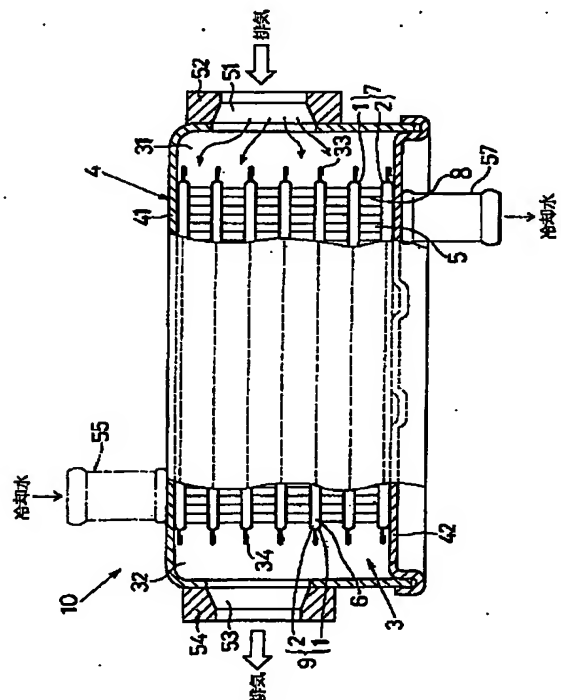
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 排気熱交換器

(57)【要約】

【課題】 耐熱温度が高く、すすの付着を防止する効果のあるコーティング材を伝熱面に施した排気流路管7を複数積層してなる排気熱交換器10を備えた内燃機関用排気再循環装置を提供する。

【解決手段】 ディーゼルエンジン用排気再循環装置の排気ガス還流管の途中に接続される排気熱交換器10の複数の排気流路管7の伝熱面およびコアケーシング4の内面に、耐熱温度が500℃以上と高く、未燃焼燃料やカーボン等のすすの付着を防止する効果のある酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)ガラス皮膜等の透明薄膜を施すことにより、複数の排気流路管7の伝熱面およびコアケーシング4の内面にすすが堆積し難くなる。これにより、排気通路5の通路断面積が狭くならず、ディーゼルエンジン用排気再循環装置のガス側通風抵抗が増大することを抑制できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に排気通路が形成された複数の排気流路管を備え、これらの排気流路管内を流れる内燃機関の排気と前記複数の排気流路管外を流れる流体とを熱交換させる排気熱交換器において、前記複数の排気流路管のうち少なくとも1つ以上の排気流路管の排気通路の内面には、耐熱温度が高く、すすの付着防止効果に優れるコーティング材が施されていることを特徴とする排気熱交換器。

【請求項2】 請求項1に記載の排気熱交換器において、前記複数の排気流路管は、部品形状にプレス成形されたステンレス鋼よりなり、前記コーティング材は、前記ステンレス鋼の伝熱面に形成される、膜厚が数ミクロン～数十ミクロンの酸化珪素ガラス皮膜であることを特徴とする排気熱交換器。

【請求項3】 請求項2に記載の排気熱交換器において、前記酸化珪素ガラス皮膜は、前記排気流路管の排気通路の内面を $\text{SiO}_2$ 処理溶液に浸漬させることで形成されることを特徴とする排気熱交換器。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のうちのいずれかに記載の排気熱交換器において、隣設する2つの排気流路管間には、内燃機関の排気と流体との熱交換を促進させるための伝熱フィンが配設されていることを特徴とする排気熱交換器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、排気再循環装置用の排気再循環ガスと内燃機関の冷却水とを熱交換させることにより排気再循環ガスを冷却するEGRガスクーラ等の排気再循環装置用熱交換器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、特開平9-310995号公報においては、内燃機関の排気ガスの一部を排気管から取り出し、再び内燃機関の吸気管に戻し、排気ガスの一部をシリンダ内に吸入される混合気に加える排気再循環装置用の排気再循環ガス（EGRガス）を冷却するEGRガスクーラ等の排気熱交換器が提案されている。この排気熱交換器は、胴管の内壁の両端部に固定された板金製のチューブシートに複数の伝熱管が固着配列され、それらの伝熱管内を流れる排気ガスと伝熱管外を流れる冷却水とを熱交換させて排気ガスを冷却するようにしている。

【0003】 このような排気熱交換器は、排気再循環装置の使用中に伝熱管の内面、つまり伝熱面にすす（未燃焼燃料を含むパティキュレートやカーボン）が堆積し易く、すすが伝熱面に堆積すると、伝熱管内に形成される排気通路を閉塞していき、排気通路が目詰まりする不具合が生じ易い。この排気通路の通路断面が狭くなることにより、排気再循環装置のガス側通風抵抗が増大するこ

とにより、EGRガスのガス流量が低下するため、必要なEGRガス量を確保し難くなる。

【0004】 また、伝熱管の排気通路の伝熱面が目詰まりすることにより、排気熱交換器の熱交換性能も悪化していく。そこで、上記の不具合を解消する目的で、実開平1-144692号公報においては、排熱回収用熱交換器の伝熱管の伝熱面を定期的に洗浄液によって洗浄する方法と洗浄設備が考案されている。

## 【0005】

10 【発明が解決しようとする課題】 ところが、車両から排熱回収用熱交換器を取り外して洗浄することは作業コストも作業時間もかかるという問題が生じている。そこで、燃料の燃焼の際に発生するデポジットが燃料噴射弁の表面に付着することを防止するために、特開平11-311168号公報では、パーフルオロポリエーテル系化合物の反応固定層を燃料噴射弁の表面にコーティングする方法が紹介されている。

20 【0006】 しかし、この方法をEGRガスクーラ等の排気熱交換器の伝熱管の伝熱面に適用することが考えられるが、パーフルオロポリエーテル系化合物の反応固定層の耐熱温度が200℃程度であるため、最高500℃程度まで上昇する排気ガスが流入する排気熱交換器の伝熱管には適用することができない。

## 【0007】

【発明の目的】 本発明は、耐熱温度が高く、すすの付着を防止する効果のあるコーティング材を伝熱面（内面）に施した排気流路管を複数積層してなる排気熱交換器を提供することを目的とする。

## 【0008】

30 【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の発明によれば、排気熱交換器の複数の排気流路管のうちの少なくとも1つ以上の排気流路管の排気通路の内面に、耐熱温度が高く、すすの付着防止効果に優れるコーティング材を施している。それによって、排気再循環装置の使用中に排気流路管の排気通路の内面にすすが堆積し難くなり、排気通路が目詰まりすることを抑えることができる。これにより、排気通路の通路断面が狭くならず、排気再循環装置のガス側通風抵抗が増大することを抑えることができるので、排気再循環ガスのガス流量の低下を抑えることができる。

40 【0009】 請求項2に記載の発明によれば、部品形状にプレス成形されたステンレス鋼の伝熱面に、膜厚が数ミクロン～数十ミクロンの酸化珪素（ $\text{SiO}_2$ ）ガラス皮膜を形成している。それによって、この $\text{SiO}_2$ 自身がガラスであり不燃であるため、500℃程度の使用環境でも消失することなく安定して、排気流路管の排気通路の内面へのすすの付着防止効果を継続することができる。

50 【0010】 請求項3に記載の発明によれば、複数の排気流路管の排気通路の内面を $\text{SiO}_2$ 処理溶液に浸漬さ

せることで、複数の排気流路管の内面に酸化珪素（SiO<sub>2</sub>）ガラス皮膜を形成することにより、製造コストを低減することができる。また、請求項4に記載の発明によれば、隣設する2つの排気流路管間に、内燃機関の排気と流体との熱交換を促進させるための伝熱フィンを配設している。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】〔実施形態の構成〕発明の実施の形態を実施例に基づき図面を参照して説明する。ここで、図1は内燃機関用排気再循環装置を示した図である。

【0012】自動車等の車両に搭載されたディーゼルエンジン等の内燃機関（以下エンジンと言う）11には、排気ガスの一部を排気管13から取り出し、再びエンジン11の吸気管12に戻し、排気ガスの一部をシリンダ14内に吸入される混合気に加える内燃機関用排気再循環装置15が設置されている。なお、エンジン11のシリンダヘッドには、吸気ポートを開閉する吸気弁16、および排気ポートを開閉する排気弁17が設置され、シリンダ14内には、クランク軸に連結するピストン19

が摺動自在に配設されている。

【0013】内燃機関用排気再循環装置15は、排気再循環ガス（EGRガス）を導く排気ガス還流管21～23と、エンジン11の稼働状態に応じてEGRガスを調節する排気再循環制御弁（以下EGR弁と言う）24と、EGRガスとエンジン11の冷却水とを熱交換させる水冷式の排気再循環装置用熱交換器（以下排気熱交換器と言う）10とを備えた排気ガス還流装置である。

【0014】これらのうちEGR弁24は、排気ガス還流管22、23間に設けられた弁ハウジング20、およびこの弁ハウジング20内に形成された弁孔25を開閉する弁体（バルブ）26を有している。そして、EGR弁24は、先端に弁体26が設けられたシャフト27を介してダイヤフラム28に連結されており、ダイヤフラム28の一端側には負圧が導入される負圧室29が形成され、ダイヤフラム28の他端側には大気を導入される大気室30が形成されている。

【0015】次に、本実施形態の排気熱交換器10の構造を図1ないし図5に基づいて簡単に説明する。この排気熱交換器10は、エンジン11の冷却水とEGRガスとを熱交換してEGRガスを冷却するEGRガスクーラで、プレートを板厚方向に複数積層して一体ろう付けにより接合することで製造されたプレート積層構造の熱交換コア3と、この熱交換コア3を内部に収容するコアケーシング4とを備えている。

【0016】熱交換コア3は、所定の部品形状に加工（プレス加工）された第1、第2成形プレート1、2をその板厚方向に複数積層することによって、内部をEGRガスが流れる排気通路5と内部をエンジン11の冷却水が流れる冷却水通路6とが積層方向に交互に配設され

ている。

【0017】なお、排気通路5は、図3および図4において図示下端面が凸形状の第1成形プレート1と図3および図4において図示上端面が凸形状の第2成形プレート2とをそれらの板厚方向に張り合わせた状態で、少なくとも図示前端部および図示後端部をろう付け接合することにより構成される排気流路管（チューブ）7の内部に形成されている。すなわち、排気通路5は、図示上下方向（板厚方向）に隣接する一対の第1、第2成形プレート1、2間に形成される。

【0018】そして、排気流路管7内には、EGRガスとの接触面積を増大させてEGRガスと冷却水との熱交換を促進するためのインナーフィン（本発明の伝熱フィンに相当する）8が配設されている。これらのインナーフィン8は、各排気通路5内においてEGRガスの温度境界層が成長することを抑制するように、EGRガスの流れ方向に対して略直交する方向に互いにずれた部位を有するオフセット型の伝熱フィンである。

【0019】なお、複数の排気通路5の上流側は、熱交換コア3とコアケーシング4との間に形成される入口タンク部31に連通している。また、複数の排気通路5の下流側は、熱交換コア3とコアケーシング4との間に形成される出口タンク部32に連通している。

【0020】冷却水通路6は、図3および図4において図示下端面が凹形状の第2成形プレート2と図3および図4において図示上端面が凹形状の第1成形プレート1とをそれらの板厚方向に張り合わせた状態で、少なくとも図示右端部（接合部）33および図示左端部（接合部）34をろう付け接合する（本例では図示前端部および図示後端部もろう付け接合する）ことにより構成される冷却水流路管（チューブ）9の内部に形成されている。すなわち、冷却水通路6は、図示上下方向（板厚方向）に隣接する一対の第2、第1成形プレート2、1間に形成される。

【0021】そして、冷却水流路管9内には、複数のリブ部35、36が第2、第1成形プレート2、1の対向面に一体形成されている。これらのリブ部35、36は冷却水との接触面積を増大させてEGRガスと冷却水との熱交換を促進する機能を有すると共に、冷却水通路6内での冷却水の淀み域を減少させる機能も有する。さらに、熱交換コア3のろう付けの仮固定の際に加わる荷重によって第1、第2成形プレート1、2が変形し、冷却水通路6が閉塞するのを防止する機能を有している。なお、冷却水流路管9の両端部には、複数の冷却水通路6の両端部に連通する入口側タンク部（図示せず）および出口側タンク部38が形成されている。

【0022】コアケーシング4は、内部に熱交換コア3を収容する容器形状のコアタンク41、およびこのコアタンク41の開口部分を閉塞するコアキャップ42等よりなり、コアキャップ42の外周端部をコアタンク41

10

20

30

40

50

の開口端部に嵌合した後に、ろう付け接合される。

【0023】そして、コアタンク41の図示右側壁部には、複数の排気通路5に連通する入口タンク部31に接続するEGRガスの流入口51を形成し、EGRガスをコアタンク41内に導入する排気導入ジョイント部52が接続されている。また、コアタンク41の図示左側壁部には、複数の排気通路5に連通する出口タンク部32に接続するEGRガスの流出口53を形成し、冷却水との熱交換を終えたEGRガスをコアタンク41内から排出する排気排出ジョイント部54が接続されている。なお、排気導入ジョイント部52は、排気ガス還流管21に接続され、排気排出ジョイント部54は、排気ガス還流管22に接続され、どちらも表面にニッケル系鍍金を施した鉄系金属を略円環形状に形成されている。なお、排気導入ジョイント部52、排気排出ジョイント部54の表面にめっきを施さなくても良い。

【0024】そして、コアタンク41の図示上端側の天壁部には、複数の冷却水通路6に連通する入口側タンク部に接続する冷却水導入口55aを形成し、熱交換コア3内に冷却水を導入する略円管形状の冷却水導入管55が接続されている。また、コアキャップ42には、複数の冷却水通路6に連通する出口側タンク部38に接続する冷却水排出口57aを形成し、EGRガスとの熱交換を終えた冷却水を熱交換コア3内より排出する略円管形状の冷却水排出管57が接続されている。なお、これらの冷却水導入管55および冷却水排出管57は、耐食性に優れたステンレス鋼が使用されている。

【0025】ここで、本実施形態では、第1、第2成形プレート1、2、インナーフィン8、コアタンク41およびコアキャップ42は、硫化物、硝酸、硫酸、アンモニウムイオン、酢酸等を含む400℃以上のEGRガスに伝熱面または内面が晒されるので、耐食性に優れたステンレス鋼よりなる金属板が使用されている。そして、これらの第1、第2成形プレート1、2、インナーフィン8、コアタンク41およびコアキャップ42の各接合部は、例えば銅やニッケル合金等をろう材としてろう付け接合されている。

【0026】そして、本実施形態の複数の排気流路管7（一对の第1、第2成形プレート1、2）の伝熱面、コアタンク41、コアキャップ42、排気導入ジョイント部52および排気排出ジョイント部54の内壁面には、耐熱温度が高く、すす付着防止効果に優れた酸化珪素（ $\text{SiO}_2$ ）ガラス皮膜（透明薄膜、コーティング材）が施されている。なお、第1、第2成形プレート1、2の板厚は0.4mmであり、インナーフィン8の板厚は0.2mmであり、コアタンク41およびコアキャップ42の板厚は1.5～2.0mmであり、 $\text{SiO}_2$ ガラス皮膜の膜厚は数ミクロン～数十ミクロンである。

【0027】〔実施形態の製造方法〕次に、本実施形態の排気熱交換器10の製造方法を図1ないし図5に基づ

いて簡単に説明する。

【0028】図3ないし図5に示したように、コアキャップ42上に第1成形プレート1、第2成形プレート2、インナーフィン8を順次図示上方に向けて積層して、コアキャップ42上に熱交換コア3を仮組み付けする。次に、熱交換コア3の図示上方側から熱交換コア3を覆うようにコアタンク41を被せると共に、治具にて図示上方側からコアタンク41を圧縮してコアキャップ42、熱交換コア3およびコアタンク41を仮固定する。

【0029】次に、コアタンク41の図示右側壁部に排気導入ジョイント部52を仮組み付けし、コアタンク41の図示左側壁部に排気排出ジョイント部54を仮組み付けする。次に、コアタンク41の図示上端側の天壁部に冷却水導入管55を仮組み付けし、コアキャップ42に冷却水排出管57を仮組み付けする。あるいは、組み付け上は冷却水排出管57とコアキャップ42をかしめ、冷却水導入管55とコアタンク41をかしめ、その後、熱交換コア3をコアキャップ42上にのせてコアタンク41をかぶせることで仮組み付けしても良い。

【0030】その後、真空炉等の加熱炉内で、第1、第2成形プレート1、2、インナーフィン8、コアタンク41およびコアキャップ42の各接合部に、例えば銅やニッケル合金等をろう材を介在させた状態で、そのろう材の融点よりも高いろう付け温度でろう材を加熱溶融させて、第1、第2成形プレート1、2を複数積層したプレート積層構造の熱交換コア3およびコアケーシング4を一体ろう付けすることにより、耐食性に優れたステンレス鋼よりなる排気熱交換器10が製造される。

【0031】このように一体ろう付けされた排気熱交換器10の内部、つまりコアケーシング4の内壁面および熱交換コア3の複数の排気流路管7（一对の第1、第2成形プレート1、2間）の伝熱面を、 $\text{SiO}_2$ 処理溶液に浸漬させる。このとき、複雑なフィン全面に $\text{SiO}_2$ 処理溶液を行き渡らせるため、排気熱交換器10の内部を真空ポンプで減圧して大気よりも圧力の低い真空状態にした後、 $\text{SiO}_2$ 処理溶液を注入する方が望ましい。その後、排気熱交換器10の内部に存在する余剰の $\text{SiO}_2$ 処理溶液を取り出して乾燥させる。

【0032】これにより、複数の排気流路管7の伝熱面、コアタンク41、コアキャップ42、排気導入ジョイント部52および排気排出ジョイント部54の内壁面に酸化珪素（ $\text{SiO}_2$ ）ガラス皮膜が形成される。ここで、 $\text{SiO}_2$ 処理溶液にはいくつか有るが、主材、硬化材、希釈材および添加材からなるものが一般的である。また、上記成分により異なるが、乾燥温度も常温から可能なものもある。しかし、乾燥温度を高温にした方が乾燥時間も早く、作業時間を短縮できる。本実施形態では、150℃×30分間で乾燥を実施している。

【0033】〔実施形態の特徴〕以上のように、本実施

形態の内燃機関用排気再循環装置15においては、排気熱交換器10の複数の排気流路管7内に形成される排気通路5の伝熱面やコアタンク41およびコアキャップ42の内面に、耐熱温度が500℃以上と高く、すすの付着防止効果に優れるコーティング材を施している。これにより、内燃機関用排気再循環装置15の使用中に排気熱交換器10の排気流路管7内に形成される排気通路5の伝熱面やコアタンク41およびコアキャップ42の内面とすすとの接触角が大きくなる。

【0034】それによって、排気通路5の伝熱面やコアタンク41およびコアキャップ42の内面にすすが堆積し難くなるので、排気流路管7が目詰まりすることを抑えることができる。これにより、排気通路5の通路断面が狭くならず、内燃機関用排気再循環装置15の排気ガス還流管21～23のガス側通風抵抗が増大することを抑えることができる。したがって、EGRガスのガス流量の低下を抑えることができるため、必要なEGRガスを確保することができる。

【0035】また、部品形状にプレス成形されたステンレス鋼製の第1、第2成形プレート1、2の伝熱面に、膜厚が数ミクロン～数十ミクロンの酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)ガラス皮膜を形成している。それによって、このSiO<sub>2</sub>自身がガラスであり不燃であるため、500℃程度の使用環境でも消失することなく安定して、排気流路管7の伝熱面へのすすの付着防止効果を継続することができる。

【0036】また、SiO<sub>2</sub>ガラス皮膜は、耐酸性に優れ、高温排気ガスや排気ガス凝縮水(強酸性水)にも腐食することがない。このため、他の効果として、複数の排気流路管7内部の腐食を防止することができるので、排気熱交換器10の内部腐食を防止することができる。

【0037】〔他の実施形態〕本実施形態では、一對の第1、第2成形プレート1、2によって構成される排気流路管7とインナーフィン8とを交互に複数積層してなる熱交換コア3を備えた排気熱交換器10を採用したが、排気流路管を押出し加工または引き抜き加工によ

て一体成形されたチューブと伝熱フィンとを交互に複数積層してなる熱交換コアを備えた排気熱交換器を採用しても良い。

【0038】本実施形態では、エンジン11の排気管13内の排気ガスの一部を吸気管12に戻す内燃機関用排気再循環装置の排気ガス還流管21、22間に接続される排気熱交換器10に適用したが、マフラー内に配設されて排気ガスの熱エネルギーを回収する排熱回収器等のその他の排気熱交換器に適用しても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】排気熱交換器を備えた内燃機関用排気再循環装置を示した模式図である(実施形態)。

【図2】排気熱交換器を示した外形図である(実施形態)。

【図3】図2のA-A断面図である(実施形態)。

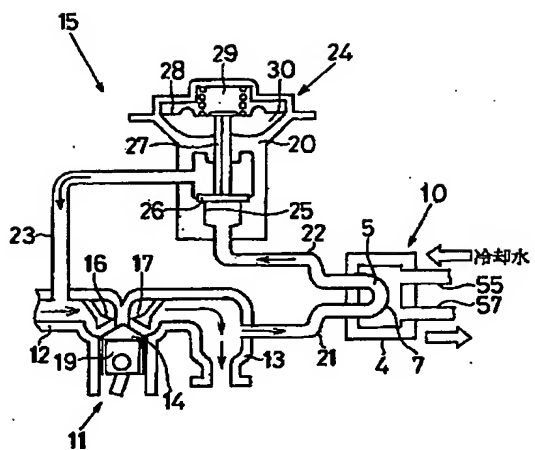
【図4】図2のB-B断面図である(実施形態)。

【図5】図2のC-C断面図である(実施形態)。

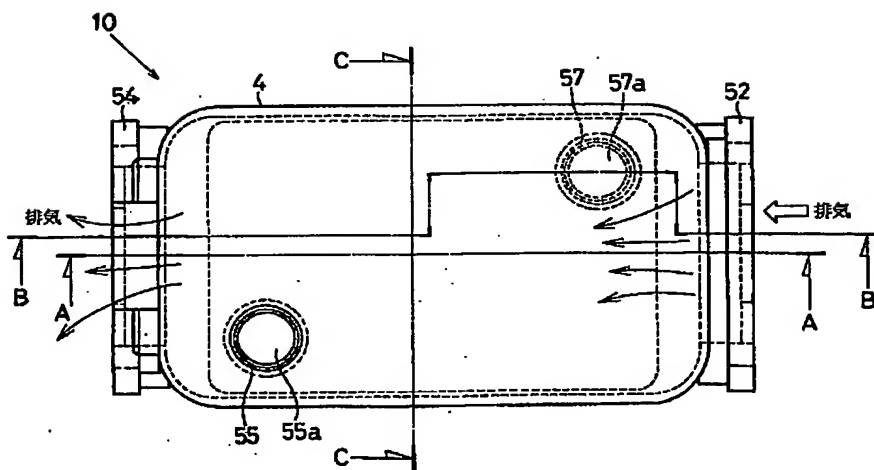
【符号の説明】

- 1 第1成形プレート(ステンレス鋼)
- 2 第2成形プレート(ステンレス鋼)
- 3 熱交換コア
- 4 コアケーシング
- 8 インナーフィン(ステンレス鋼)
- 10 排気熱交換器(排気再循環装置用熱交換器)
- 11 ディーゼルエンジン(内燃機関)
- 15 内燃機関用排気再循環装置
- 21 排気ガス還流管
- 22 排気ガス還流管
- 23 排気ガス還流管
- 24 EGR弁
- 41 コアタンク
- 42 コアキャップ
- 52 排気導入ジョイント部
- 54 排気排出ジョイント部
- 55 冷却水導入管
- 57 冷却水排出管

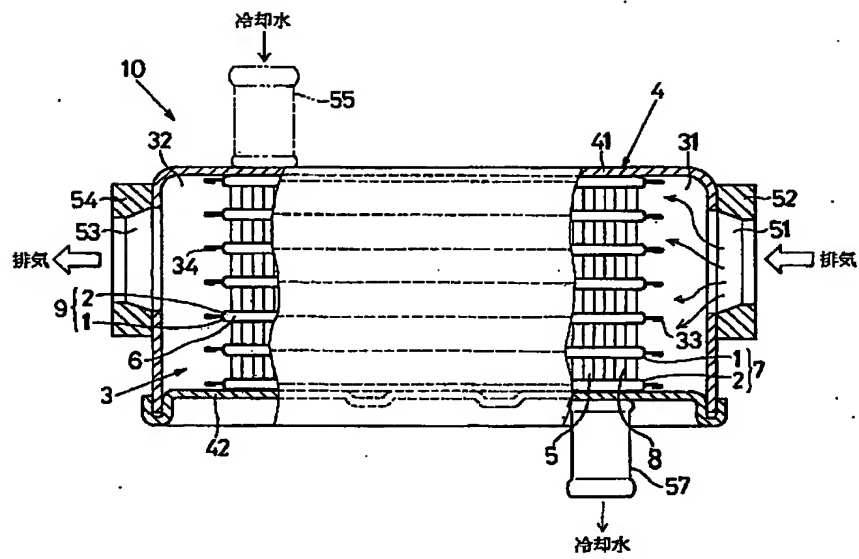
【図 1】



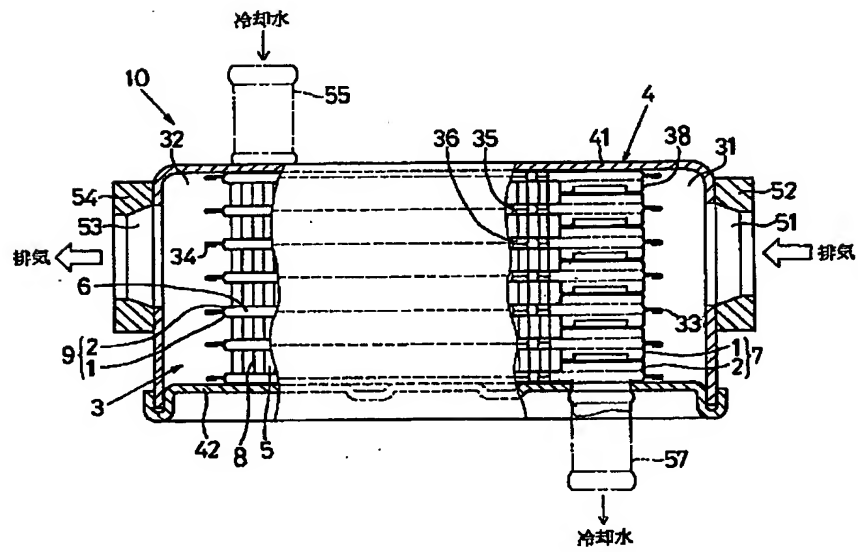
【図 2】



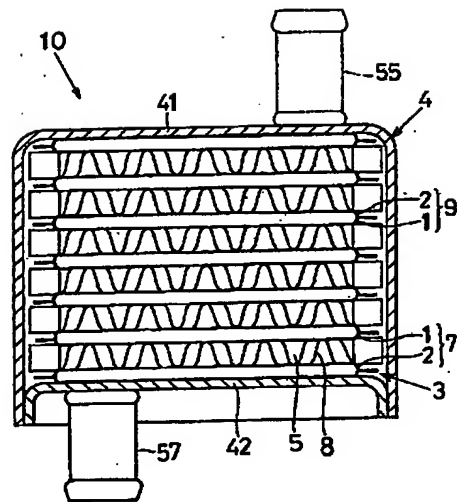
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 大河内 隆樹  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

Fターム(参考) 3G062 ED08